

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI
20 KV DI PENYULANG CAKALANG PT.PLN (Persero)
ULP SIMPANG TIGA PEKANBARU - RIAU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

ADE HARYANTI PUTRI

11455201865

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG CAKALANG PT.PLN (Persero) ULP SIMPANG TIGA PEKANBARU - RIAU

TUGAS AKHIR

OLEH:

ADE HARYANTI PUTRI
11455201865

Telah Diperiksa Dan Disetujui Sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik
Elektro di Pekanbaru, Pada Tanggal 02 Agustus 2021

Pembimbing I



Digitally
signed by
Novi Gusnita
Tanggal:
2021.08.02
09:51:59
WIB

Novi Gusnita., S.T.,M.T
NIP. 19770803 201101 2 002

Ketua Program Studi



Digitally
signed by Ewi
Ismaredah
Tanggal:
2021.08.02
15:50:41 WIB

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG CAKALANG PT.PLN (Persero) ULP SIMPANG TIGA PEKANBARU - RIAU

TUGAS AKHIR

OLEH:

ADE HARYANTI PUTRI

11455201865

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Dewan Penguji
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, Pada Tanggal 19 Juli 2021

Pekanbaru, 02 Agustus 2021

Mengesahkan


Dekan
Dr. Hartono, M.Pd
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi
Digitally signed
by Ewi
Ismaredah
Tanggal:
2021.08.02
15:50:57 WIB
Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
Sekretaris : Novi Gusnita, S.T., M.T
Anggota I : Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
Anggota II : Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc

Digitally signed by Ewi Ismaredah
Tanggal: 2021.08.02 15:50:57 WIB
Digitally signed by Novi Gusnita
Tanggal: 2021.08.02 09:52:15 WIB
Digitally signed by Marhama Jelita
Date: 2021.08.02 13:07:57 +0700

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

- Hak Cipta Ditanggung UIN Suska Riau**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 02 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,

ADE HARYANTI PUTRI
NIM. 11455201865

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Robbmulah hendaknya kamu berharap”.

(Q.S Al-Insyirah ayat: 7-8)

Alhamdulillahirobbil’alamin....

Sembah sujud serta syukurku kepada-Mu ya Allah tuhan semesta alam, zat yang Maha Agung nan Maha Adil nan Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas takdir-Mu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berfikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Sebuah usaha dengan pemikiran dan keringat telah ku lalui dengan tantangan dan rintangan hebat sehingga saatnya sekarang usaha itu menghantarkanku menjadi seorang sarjana. Semua ini hamba persembahkan kepada Allah yang telah menurunkan tanda-tanda qauliyah-Nya dari Al-Quran.

“Bukankah Dia (Allah) yang memperkenankan (do’a) orang yang dalam kesulitan apabila dia berdoa kepada-Nya, dan menghilangkan kesusahan dan menjadikan kamu (manusia) sebagai khalifah (pemimpin) di Bumi? Apakah di samping Allah ada Tuhan (yang lain)? Sedikit sekali (nikmat Allah) yang kamu ingat”.

(Q.S An-Naml ayat: 62)

Ku persembahkan karya ini untuk Ayahanda dan ibunda tercinta, terima kasih atas kesabaranmu selama ini, terimakasih atas do’a, semangat, motivasi, lidah dan mulut yang tak pernah lelah menasihati ku walau terkadang nasehat itu sering ku acuhkan. Maafkan atas segala hal kecil dan besar yang pernah aku lakukan sehingga membuat hati papa dan mama terluka. Terimalah karya kecil ini buah dari hasil pendidikan yang aku jalani selama masa perkuliahan, sebagai bentuk rasa terimakasihku walau kasih dan sayangmu tak akan pernah bisa tergantikan semoga pahala dan rezeki selalu dilimpahkan kepada Allah swt kepada kalian.

“Teruslah Berusaha dan Berdoa, Semua Indah Pada Waktunya”.

~Ade Haryanti Putri~



ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG CAKALANG PT.PLN (Persero) ULP SIMPANG TIGA PEKANBARU - RIAU

ADE HARYANTI PUTRI

11455201865

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Kualitas keandalan pelayanan pendistribusian energi listrik dapat dilihat dari durasi pemadaman dan seberapa sering pemadaman. Untuk itu evaluasi terhadap keandalan sistem distribusi listrik merupakan hal penting sebagai landasan dalam membuat perencanaan lanjutan dengan tujuan meningkatkan keandalan dari sistem distribusi listrik itu sendiri. Penyulang Cakalang merupakan salah satu penyulang yang ada di PT.PLN (Persero) ULP Simpang Tiga, yang mengalami paling banyak gangguan dalam sepanjang tahun 2020, yaitu sebanyak 30 kali pemadaman, yang disebabkan oleh gangguan internal ataupun eksternal. Untuk menentukan nilai indeks keandalan dari penyulang cakalang dapat dilakukan dengan cara perhitungan manual menggunakan metode gabungan (*Section Technique-RIA*) dan juga dapat dilakukan menggunakan simulasi pada aplikasi ETAP. Dari hasil perhitungan, menggunakan metode gabungan (*Section Technique-RIA*), didapatkan hasil indeks keandalan SAIFI 4,32 kali/pelanggan/tahun, dan nilai SAIDI 12,70 jam/pelanggan/tahun. Dan hasil simulasi aplikasi ETAP didapat hasil indeks keandalan SAIFI 7,9 kali/pelanggan/tahun, dan indeks SAIDI 75,7 jam/pelanggan/tahun. Dari kedua metode dalam menentukan indeks keandalan dari penyulang ini, didapatkan hasil yang cukup berbeda, hal ini disebabkan oleh beberapa hal. Namun dapat disimpulkan, berdasarkan SPLN 59 Tahun 1985 dan hasil kedua metode diatas, bahwa penyulang cakalang dalam kondisi tidak handal karena nilai indeks keandalannya melebihi nilai standar SPLN.

Kata Kunci : Keandalan, *Section Technique-Ria*, *Software ETAP*

UIN SUSKA RIAU



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

RELIABILITY ANALYSIS OF DISTRIBUTION NETWORK SYSTEM 20 KV IN CAKALANG FEEDERS PT. PLN (Persero) ULP SIMPANG TIGA PEKANBARU - RIAU

ADE HARYANTI PUTRI
11455201865

*Electrical Engineering Study Program
Faculty of Science and Technology
Sultan Syarif Kasim State Islamic University Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

The quality of the reliability of electrical energy distribution services can be seen from the duration of blackouts and how often they are extinguished. For this reason, evaluation of the reliability of the electricity distribution system is important as a basis for making further plans with the aim of increasing the reliability of the distribution system. The electrician himself. The Cakalang feeder is one of the feeders at PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga, which experienced the most disturbances throughout 2020, with 30 blackouts. Caused by internal and external disturbances. To determine the value of the reliability index of skipjack feeders, it can be done manually using the combined method (Section Technique-RIA) and can also be done using simulations on the ETAP application. From the calculation results, using the combined method (Section Technique-RIA), the reliability index of SAIFI is 4.32 times/customer/year, and the SAIDI value is 12.70 hours/customer/year. And the simulation results of the ETAP application obtained the SAIFI reliability index of 7.9 times/customer/year, and the SAIDI index of 75.7 hours/customer/year. From the two methods in determining the reliability index of this feeder, the results are quite different, this is due to several things. However, it can be concluded, based on SPLN 59 of 1985 and the results of the two methods above, that skipjack feeders are in an unreliable condition because the reliability index value exceeds the SPLN standard value.

Keywords: Reliability, Section Technique-Ria , ETAP Software

UIN SUSKA RIAU

KATA PENGANTAR



Shalallahu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Penyulang Cakalang PT.PLN (Persero) Ulp Simpang Tiga Pekanbaru – Riau**” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, juga untuk mengukur kemampuan penulis dalam mengimplementasikan hasil dari pembelajaran yang selama ini di dapat dalam proses pembelajaran di kampus. Shalawat beserta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu'Alaihi Wassalam yang merupakan suri tauladan bagi kita semua, semoga kita semua termasuk dalam umatnya yang kelak mendapat syafa'at dari beliau di humil akhir nantinya, aamiin.

Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada :

1. Allah SWT atas seluruh karunia-Nya yang terindah yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini
2. Teristimewa buat ayahanda dan ibunda tercinta, serta adik-adikku yang sangat penulis sayangi yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil kepada penulis dan selalu mendoakan yang terbaik bagi penulis hingga saat ini.
3. Bapak Prof. Dr. H. Hairunas, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Hartono, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bapak Mulyono, ST.,MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Ibu Novi Gusnita., S.T., M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran serta, memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Ahmad Faizal, ST., MT, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku ketua sidang Tugas Akhir yang telah mengingatkan kembali untuk terus belajar tentang ibadah.

Ibu Dr. Zulfatri Aini., S.T., M.T selaku dosen peguji I dan Ibu Marhama Jelita, S.Pd.,M.Sc, selaku dosen peguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terimakasih kepada rekan-rekan yang berperan dalam kelancaran tugas akhir ini kawan-kawan angkatan 2014 Muhammad Dicky, Jenny Pratiwi, Silviana Lillah, Esa Mutari, Nanda Irwanto, Henggar dan teman-teman angkatan 2014 lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu,

Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga selesai .

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis sendiri khususnya serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang. Amin.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pekanbaru, 02 Agustus 2021
Penulis

Ade Harvanti Putri
NIM. 11455201865



DAFTAR ISI

Halaman

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-4
1.3. Tujuan Penelitian	I-4
1.4. Batasan Masalah.....	I-5
1.5. Manfaat Penelitian	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Penelitian Terkait	II-1
2.2. Sistem Tenaga Listrik	II-3
2.3. Jaringan Distribusi	II-4
2.3.1. Konfigurasi Jaringan Distribusi	II-5
2.3.2. Tegangan Jaringan Distribusi.....	II-7
2.3.3. Gangguan Sistem Distribusi.....	II-7
2.4. Keandalan Sistem.....	II-8
2.4.1. Macam – macam Keandalan Sistem	II-9

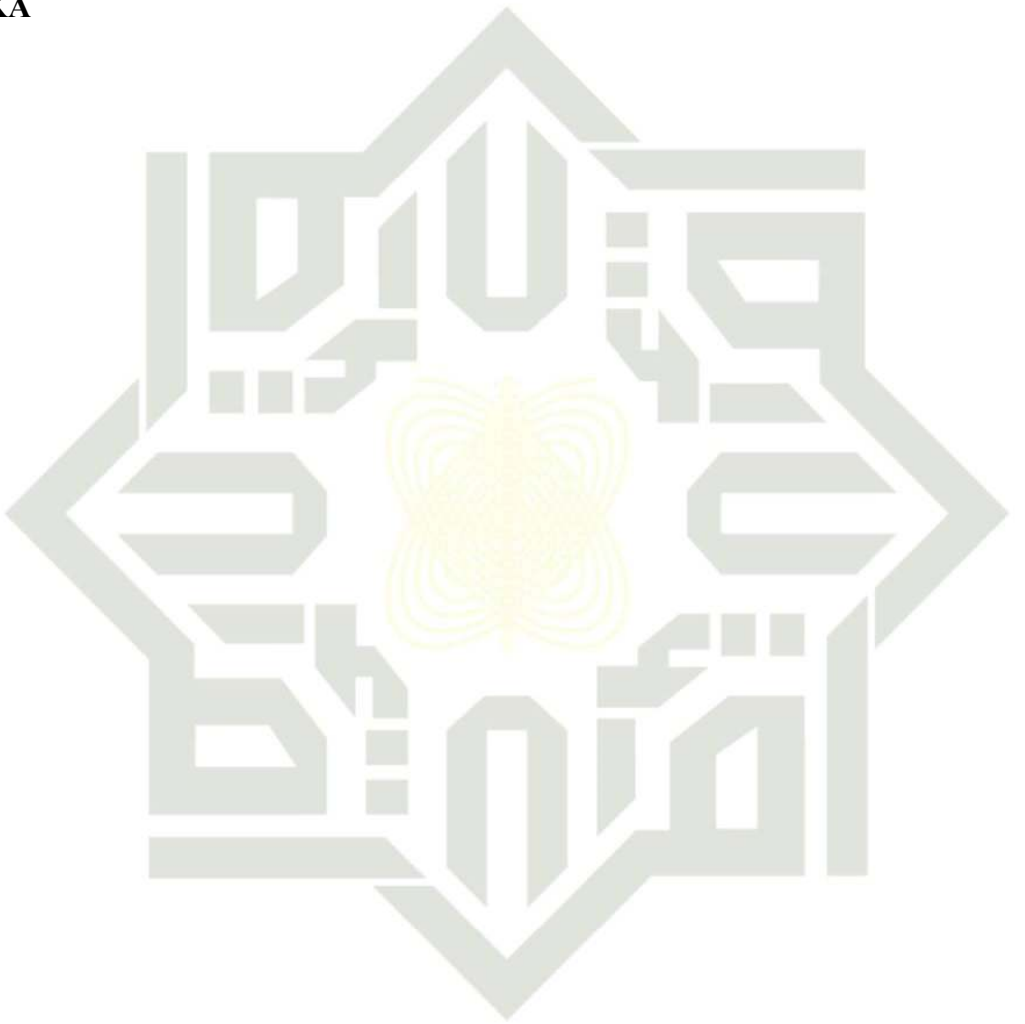


- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4.2. Parameter Keandalan Sistem	II-10
2.4.3. Parameter Indeks Keandalan Berorientasi Pelanggan.....	II-11
2.4.4. Parameter Indeks Keandalan Berorientasi Beban dan Energi.....	II-12
2.4.5. Parameter Keandalan Sistem Berdasarkan Keandalan Komponen.....	II-13
2.4.6. Indeks Keandalan Berdasarkan SPLN	II-14
2.5. Metode Menghitung Indeks Keandalan Sistem	II-14
2.6. ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>).....	II-19
2.6.1. <i>Reliability Assesment Program</i> ETAP 12.6	II-19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Jenis Penelitian.....	III-1
3.2. Lokasi Penelitian.....	III-1
3.3. Data yang dibutuhkan dan Sumber Data	III-1
3.4. Prosedur Penelitian.....	III-2
3.5. Studi Literatur	III-3
3.6. Tahap Perencanaan.....	III-3
3.7. Pengambilan Data	III-3
3.8. Analisis Keandalan Menggunakan Metode Gabungan	III-4
3.9. Pemodelan dan Analisis Keandalan Penyulang Cakalang di ETAP	III-5
3.10. Analisis Perbandingan dari Kedua Metode.....	III-5
3.11. Kesimpulan dan Saran.....	III-6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Data Penyulang Cakalang PT.PLN (Persero) ULP Simpang Tiga	IV-1
4.2. Perhitungan Keandalan Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Gabungan (Section Technique – RIA)	IV-2
4.2.1. Membagi Batasan Area Per-Section Berdasarkan Recloser	IV-2
4.2.2. Menentukan Nilai λ dan U Komponen	IV-2
4.2.3. Menentukan Nilai λ dan U Komponen Dengan Jumlah Pelanggan	IV-5
4.2.4. Perhitungan Indeks Keandalan Metode Gabungan	IV-7
4.3. Keandalan Jaringan Distribusi Menggunakan Simulasi ETAP	IV-8
4.3.1. Pemodelan Singel Line Diagram	IV-8
4.3.2. Penginputan Spesifikasi Komponen	IV-9
4.3.3. <i>Reliability Assesment Program</i> ETAP	IV-12



4.4. Analisa Hasil	IV-13
4.4.1. Analisa Indeks Keandalan.....	IV-13
ABSTRAK	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
<p>1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:</p> <p>a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.</p> <p>b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.</p> <p>2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.</p>	



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	II-3
2. Skema Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-5
3. Sistem Jaringan Dsistribusi Radial	II-5
4. Konfigurasi Jaringan Distribusi Ring/Loop	II-6
5. Konfigurasi Jaringan Distribusi Spindel	II-6
2.6. Parameter Power Grid	II-20
2.7. Parameter CB.....	II-21
2.8. Parameter Busbar.....	II-21
2.9. Parameter Kabel	II-22
2.10. Parameter Transformator.....	II-22
3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian	III-2
3.2. Simbol <i>Run Load Flow</i>	III-5
3.3. Simbol <i>Reliability Assesment</i>	III-5
4.1. <i>Singel Line Diagram</i> Penyulang Cakalang Pada ETAP	IV-8
4.2. Kapasitas <i>Transformator</i>	IV-9
4.3. Keandalan <i>Transformator</i>	IV-9
4.4. Kapasitas Beban	IV-10
4.5. Spesifikasi Kabel	IV-10
4.6. Keandalan Kabel.....	IV-11
4.7. Keandalan CB.....	IV-11
4.8. Keandalan <i>Recloser</i>	IV-12
4.9. Permodelan Penyulang Cakalang Setelah Penambahan Jumlah <i>Recloser</i>	IV-13
4.10. Perbandingan Indeks Keandalan Sebelum dan Sesudah Penambahan Jumlah Recloser	IV-15



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbedaan jaringan distribusi dengan jaringan transmisi	II-5
2. Data Indeks Keandalan Saluran Udara	II-14
3. Indeks Kegagalan Peralatan.....	II-14
4.1. Pembagian Titik Beban Berdasarkan Section	IV-2
4.2. Perhitungan Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan Section 1	IV-3
4.3. Perhitungan Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan Section 2	IV-4
4.4. Nilai λ Lk dan U Lk Setiap Section	IV-4
4.5. Nilai λ TB dan U TB Section 1	IV-5
4.6. Nilai λ TB dan U TB Section 2	IV-6
4.7. Nilai Frekuensi dan Durasi Gangguan	IV-6
4.8. Perbandingan Indeks Keandalan Metode Gabungan dan SPLN	IV-14

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RUMUS

Rumus

1. Persamaan Waktu Rata-Rata diantara Kerusakan
2. Persamaan Waktu Rata-Rata Perbaikan
3. Persamaan Keterandalan
4. Rumus SAIFI
5. Rumus SAIDI
6. Rumus CAIDI
- 2.7. Rumus ASAI
- 2.8. Rumus ASUI
- 2.9. Rumus *Energy Not Supplied (ENS)*
- 2.10. Rumus *Average Energy Not Supplied (AENS)*
- 2.11. Rumus *Customer Curtailment Index (ACCI)*
- 2.12. Rumus Laju Kegagalan
- 2.13. *Mean Time To Failure*
- 2.14. *Mean Time To Repair*
- 2.15. *Mean Time Between Failure*
- 2.16. Frekuensi Gangguan
- 2.17. Durasi Gangguan Rata-Rata dalam Setahun
- 2.18. *Failure Rate* Titik Beban
- 2.19. *Unavailability* Titik Beban
- 2.20. Perhitungan Frekuensi beban dijumlahkan dengan Jumlah Pelanggan
- 2.21. Perhitungan Lama Gangguan dijumlahkan dengan Jumlah Pelanggan

Hak Cipta

Ditandatangani

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau

UIN Suska Riau



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

A.	Trafo	Data
B.	Line Diagram	Singel
C.	Jaringan & Jumlah Trip	Panjang
D.	Penyebab Gangguan	Data
E.	Hasil Simulasi ETAP	Report

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Perkembangan zaman dan teknologi beriringan dengan semakin meningkatnya taraf hidup masyarakat, dan hal ini diikuti dengan peningkatan kebutuhan energi listrik. Energi listrik merupakan sumber energi utama dalam berbagai sektor kegiatan masyarakat, baik sektor ekonomi, kesehatan, transportasi, dan berbagai macam sektor lainnya. Oleh karena itu perlu adanya jaminan akan keberlangsungan suplai energi listrik yang handal, baik dari kualitas maupun kuantitasnya. Sehingga perusahaan penyedia tenaga listrik dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan energi listrik yang memenuhi standar mutu keandalan yang berlaku demi terwujudnya pelayanan prima terhadap konsumen. Hal ini diatur dalam Undang – undang No. 30 Tahun 2009 pasal 28 tentang ketenagalistrikan[1].

Negara melalui badan usahanya PT. PLN (Persero) selaku pihak yang bertanggung jawab dalam penyediaan dan penyuplaian tenaga listrik di seluruh wilayah Indonesia. Visi PT. PLN (Persero) yaitu menjadi perusahaan listrik terkemuka se-Asia tenggara. Oleh karena itu salah satu upaya dalam mewujudkan visinya PT PLN (Persero) terfokus terhadap hal yang terorientasi terhadap kepuasan pelanggan. Kualitas pelayanan salah satu faktor kepuasan pelanggan. Salah satu bentuk kualitas pelayanan PT. PLN (Persero) harus memenuhi tuntutan masyarakat akan terdistribusinya listrik ke konsumen secara andal, kontinuitas, dan efisien[2].

Sistem tenaga listrik umumnya terbagi menjadi tiga, yaitu sistem pembangkit, sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem jaringan distribusi merupakan rangkaian sistem pendistribusian tenaga listrik dari pembangkit yang terhubung langsung dengan konsumen. Maka kinerja dari sistem jaringan distribusi akan berefek langsung terhadap konsumen. Jaringan distribusi memiliki insfrastruktur yang paling rentan terjadi gangguan yang disebabkan oleh berbagai macam penyebab, seperti kerusakan internal dari komponen yang terpasang, maupun kerusakan yang berasal dari faktor eksternal, seperti kerusakan yang disebabkan oleh ranting pohon, binatang, layangan, dll. Sehingga penyebab gangguan kelistrikan terbesar disebabkan oleh kegagalan fungsi sistem distribusi listrik. Oleh karena itu perlunya mengetahui tingkat keandalan dari suatu sistem distribusi untuk mengetahui kondisi dari keandalan sistem tersebut agar dapat menjadi evaluasi serta menjadi ketetapan



1. Dalam penanganan terhadap permasalahan yang terjadi, sehingga dapat mengantisipasi gangguan yang akan menurunkan nilai tingkat keandalan dari sistem itu [3].
 - a. Keandalan sistem distribusi listrik dapat digambarkan dalam suplai energi listrik bagi konsumen dengan kualitas yang baik. Nilai keandalan dapat dilihat dari sejauh mana tingkat keberhasilan sistem dalam mensuplai energi listrik secara kontinyu dalam rentang waktu tertentu. Tingkat keandalan sistem distribusi diperoleh dengan menghitung dan menganalisis indeks keandalan yang ditampilkan dalam berupa parameter angka, yaitu indeks keandalan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), indeks ini dipengaruhi oleh besarnya frekuensi padam, indeks keandalan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) yang dipengaruhi oleh durasi padam, dan indeks keandalan CAIDI (*Customer Average Interruption Frequency Index*). Kemudian nilai indeks keandalan yang didapat dibandingkan dengan standar yang sudah ditetapkan. Keandalan sistem distribusi dapat dikatakan baik apabila frekuensi padam listrik seminimal mungkin dengan periode padam secepat mungkin [4].
 - b. Banyak metode yang digunakan untuk menghitung nilai keandalan pada suatu sistem distribusi, salah satunya metode *Section technique*, yaitu suatu metode yang memecah sistem dalam bagian-bagian yang lebih kecil atau *section* agar dapat mempermudah menghitung keandalan, namun dalam pengolahannya, metode ini hanya menggunakan parameter *failure rate* (laju kegagalan permanen). Terdapat metode lainnya, yaitu metode gabungan antara metode *Section Technique* dan metode *Reliability Indeks Assessment* (RIA). Pada penelitian terdahulu, metode ini dinilai lebih unggul dalam menghitung nilai keandalan dari suatu sistem distribusi, selain menggunakan parameter *failure rate* (laju kegagalan permanen) dari metode *Section Technique*, metode ini menambahkan parameter *Momentary Failure Rate* (laju kegagalan sementara) dari metode *Reliability Indeks Assessment* (RIA) [5]. Pada penelitian lainnya analisis keandalan pada sistem distribusi juga dapat dilakukan menggunakan bantuan simulasi aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*), dengan cara membuat pemodelan jaringan dan menginputkan parameter komponen-komponen jaringan distribusi dan menjalankan program *reliability analysis* untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI dari sistem jaringan distribusi [6].
 - c. Pada penelitian ini penulis akan menganalisis tingkat keandalan dari sistem distribusi dengan cara perhitungan manual menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA), yang akan dibandingkan dengan hasil
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



1. Analisis keandalan dari simulasi menggunakan aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*). Sehingga dapat diketahui perbandingan hasil dari analisis dengan cara perhitungan manual menggunakan metode gabungan dan analisis menggunakan simulasi aplikasi.
 - a. PT.PLN (Persero) Area Pekanbaru, merupakan salah satu cabang perusahaan dari PT.PLN (Persero) wilayah Riau dan Kepulauan Riau. Yang termasuk wilayah subsistem Listrik Sumbakteng. dengan 5 unit layanan pelanggan (ULP)/Rayon, yaitu Rayon Kota Barat, Rayon Kota Timur, Rayon Panam, Rayon Rumbai, dan Rayon Simpang Tiga [7].
 - b. PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga, merupakan unit layanan pelanggan dengan area layanan yang mencakup sebagian wilayah kota Pekanbaru dan Kabupaten Kampar, dan merupakan ULP dengan peningkatan suplai tenaga listrik terbesar di PLN Area kota Pekanbaru, dengan nilai kenaikan suplai listrik sebesar 62,65 MW pada tahun 2018, yang sebelumnya pada tahun 2017 berjumlah 435,61 MW menjadi 372,96 MW. Saat ini PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga bertanggung jawab atas sistem distribusi listrik ke konsumen dengan mengelolah 21 Penyulang dengan total seluruh panjang penyulang 416.4 KMS. Penyulang Cakalang merupakan salah satu penyulang yang ada di PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga dengan panjang penyulang 42,5 KMS dengan jumlah konsumen 2026 Pelanggan. Berdasarkan data gangguan penyulang PLN Simpang Tiga, penyulang Cakalang merupakan penyulang dengan trip terbanyak pada tahun 2020 dengan jumlah *trip* 30 kali yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat yg dipicu oleh hujan badai, binatang dan pohon, maupun trip yang disebabkan adanya pekerjaan perbaikan komponen pada penyulang [7].
2. Banyaknya gangguan yang terjadi pada sistem jaringan distribusi 20 Kv di PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga tentu akan mempengaruhi nilai tingkat keandalan dari sistem distribusi yang ada pada PLN Simpang Tiga. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi dan analisis pada keandalan sistem jaringan distribusi di PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga untuk mendorong pihak PLN dalam mengantisipasi gangguan dan meningkatkan kualitas dari peralatan pada sistem distribusinya sehingga dapat menjamin kontinuitas tenaga listrik ke konsumen. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka penelitian ini dilakukan dengan judul ” ***Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Penyulang Cakalang PT.Pln (Persero) Ulp Simpang Tiga Pekanbaru - Riau*** “



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1.3

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah adalah:

1. Berapa besar analisis indeks keandalan dari sistem jaringan distribusi 20 KV penyulang Cakalang PLN Rayon Simpang Tiga menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA) ?
2. Berapa besar analisis indeks keandalan dari sistem jaringan distribusi 20 KV penyulang cakalang PLN Rayon Simpang Tiga berdasarkan hasil simulasi program *reliability analysis* pada aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*)?
3. Bagaimana perbandingan analisis keandalan sistem jaringan distribusi 20 KV menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA) dengan analisis simulasi program *reliability analysis* pada aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) ?
4. Bagaimana perbandingan tingkat keandalan sistem jaringan distribusi 20 KV penyulang cakalang PLN Rayon Simpang Tiga terhadap standar SPLN 59 Tahun 1985 ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis indeks keandalan sistem jaringan distribusi 20 KV penyulang cakalang PLN Rayon Simpang Tiga menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA).
2. Menganalisis indeks keandalan sistem jaringan distribusi 20 KV penyulang cakalang PLN Rayon Simpang Tiga berdasarkan hasil simulasi program *reliability analysis* pada aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*).
3. Menganalisis perbandingan nilai keandalan sistem jaringan distribusi 20 KV menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA) dengan analisis simulasi program *reliability analysis* pada aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*).
4. Menganalisis nilai indeks keandalan yang didapat terhadap standar keandalan SPLN 59 Tahun 1985.



Batasan Masalah

Dalam pengerjaan penelitian ini, peneliti memberikan batasan sebagai berikut:

1. Perhitungan nilai indeks keandalan SAIDI, SAIFI, dan CAIDI secara manual menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA)
2. Simulasi menggunakan software ETAP 12.6
3. Data yang digunakan merupakan data periode Januari 2020 – Desember 2020.
4. Standar indeks keandalan jaringan SPLN 59 Tahun 1985 sebagai acuan pembandingan.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui seberapa besar tingkat keandalan pada penyulang cakalang PLN Rayon Simpang Tiga.
2. Sebagai bahan masukan bagi PT. PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga dalam mengambil kebijakan strategis untuk meningkatkan dan mengembangkan nilai perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Penelitian terkait

Referensi yang terkait dengan analisis keandalan dari sebuah sistem jaringan distribusi. Dapat dilihat dari penelitian terdahulu seperti:

Analisis keandalan jaringan distribusi 20 KV serta nilai ekonomi pada penyulang sorek rayon pangkalan kerinci. Pada penelitian ini mengevaluasi keandalan dari sistem jaringan distribusi penyulang sorek menggunakan metode gabungan (*Section Technique-RIA*) serta menganalisis kerugian PLN dari segi ekonomi. Dan didapatkan hasil bahwa penyulang sorek dalam kondisi tidak handal karena indeks keandalannya melebihi standar SPLN 68-2 Tahun 1986. Dengan indeks keandalan SAIFI 5,5089 gangguan/pelanggan/tahun, nilai SAIDI 16,5265 jam/pelanggan/tahun dan CAIDI 2,999 jam/tahun dengan kerugian energi tak tersalurkan dalam rupiah sebesar Rp.14.049.264.984 [5].

Analisis nilai keandalan dan nilai ekonomi sistem jaringan distribusi 20 kV pada PT.PLN (Persero) rayon duri menggunakan metode FMEA. Pada penelitian ini mengevaluasi keandalan dari 6 feeder selama satu tahun dan nilai ekonominya. Dan didapatkan hasil indeks keandalan SAIFI belum memenuhi standar PLN, indeks keandalan SAIDI masih dalam standar PLN, dan nilai ASAI (*Average Service Availability Index*) dinyatakan tidak handal karena melebihi standar IEEE sebesar 0,999271. Dengan nilai kerugian PLN dalam rupiah terbesar pada penyulang sebang dengan nilai Rp. 355.832.713 dan nilai kerugian terkecil pada penyulang subrantas dengan nilai Rp. 85.603.169. [8].

Analisis keandalan sistem distribusi PT.PLN (Persero) Rayon indarung penyulang unand dengan metode *Section Technique* dan metode *RIA-Section Technique*. Pada penelitian ini membahas mengenai analisis keandalan sistem jaringan distribusi menggunakan metode *Section Technique* dan dibandingkan dengan hasil analisis menggunakan metode *RIA-Section Technique*. Dan didapatkan hasil indeks keandalan menggunakan metode *Section Technique* sebesar SAIFI 3,1254 gangguan/tahun, SAIDI 3,3466 jam/tahun, dan CAIDI 1,0708 jam/tahun. Nilai keandalan menggunakan metode *RIA-Section Technique* sebesar SAIFI 3,1720 gangguan/tahun, SAIDI 3,3954 jam/tahun,



dan CAIDI 1,0704 jam/tahun. Dan setelah dibandingkan dengan nilai standar PLN disimpulkan bahwa penyulang unand dikatakan andal dan memenuhi standar [4].

Analisa keandalan sistem distribusi 20 KV Memakai Metode *Section Technique* & *RIA - Section Technique* di Penyulang adi sucipto Pekanbaru. Pada penelitian ini menganalisa keandalan sistem distribusi menggunakan metode *Section Technique* dan dibandingkan dengan hasil analisis menggunakan metode *RIA-Section Technique*. Dan didapatkan hasil indeks keandalan menggunakan metode *Section Technique* sebesar SAIFI 6,917 gangguan/tahun, SAIDI 19,585 jam/tahun, dan CAIDI 1,0708 jam/tahun. Nilai keandalan menggunakan metode *RIA-Section Technique* sebesar SAIFI 7,366 gangguan/tahun, SAIDI 22,090 jam/tahun, dan CAIDI 1,0704 jam/tahun. Dan setelah dibandingkan dan disimpulkan bahwa metode gabungan lebih handal dalam menentukan indeks keandalan dari penyulang [9].

Penelitian dengan judul *Reliability Analysis of Distribution System using ETAP* membahas mengenai evaluasi keandalan pada penyulang berdasarkan letak titik beban atau menghitung indeks keandalan berdasarkan jarak titik beban/trafo. Setelah melakukan pemodelan di aplikasi ETAP, selanjutnya melakukan pengujian keandalan menggunakan 6 titik beban berbeda. Dan setelah dilakukan pengujian dan didapatkan bahwa jarak letak titik beban mempengaruhi nilai indeks keandalan, yang mana nilai indeks keandalan semakin meningkat dengan bertambahnya jarak titik beban [3].

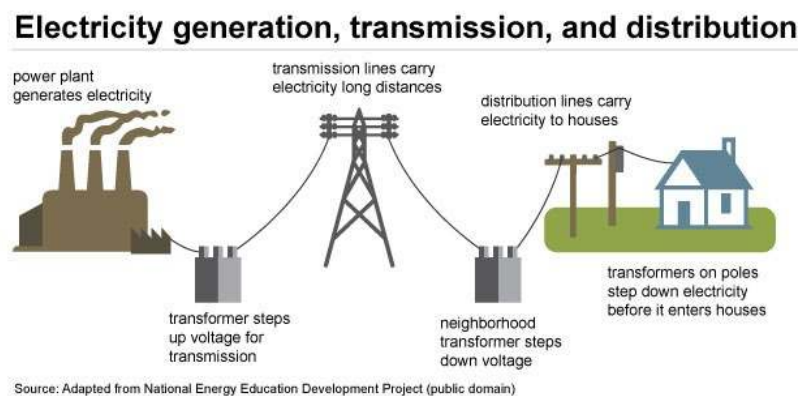
Studi perbandingan keandalan sistem distribusi 20 KV menggunakan metode *Section Technique* dan RNEA pada penyulang renon. Pada penelitian ini membahas analisa perbedaan perhitungan keandalan menggunakan metode *Section Technique* dan RNEA yang akan dibandingkan dengan hasil analisa menggunakan aplikasi ETAP sebagai referensi. Dan didapatkan indeks keandalan menggunakan ETAP yaitu SAIFI 0,66 kali/pelanggan/tahun, SAIDI 2 jam/pelanggan/tahun. Untuk indeks keandalan menggunakan metode *Section Technique* SAIFI 1,3 kali/pelanggan/tahun, SAIDI 1,12 jam/pelanggan/tahun. Untuk indeks keandalan menggunakan metode RNEA yaitu SAIFI 0,66 kali/pelanggan/tahun, SAIDI 2 jam/pelanggan/tahun. Dan disimpulkan bahwa hasil dari metode RNEA jauh dari indeks keandalan dari aplikasi ETAP, hal ini dikarekan pada metode RNEA dilakukan penyederhanaan jaringan dan dalam perhitungan banyak hal yang diabaikan [10].

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait, dapat disimpulkan bahwa banyak metode dalam menganalisis keandalan dari sistem jaringan distribusi. Terdapat

kekurangan dan kelebihan dari setiap metode. Penelitian ini akan menganalisis keandalan sistem jaringan distribusi dengan cara melakukan perhitungan manual menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment (RIA)* dan penelitian ini juga melakukan analisis keandalan menggunakan simulasi pada aplikasi ETAP. Pada demodelan single line diaplikasi ETAP akan diinputkan parameter – parameter dari komponen yang sesuai dengan kondisi dilapangan, sehingga hasil akhir dari analisis lebih mendekati keadaan di lapangan. Selanjutnya hasil dari indeks keandalan dari kedua metode ini dibandingkan dengan standar SPLN untuk menilai tingkat keandalan dari sistem jaringan distribusi yang diuji.

2.2 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik dibagi dalam tiga, bagian yaitu pembangkit, transmisi, dan distribusi. Listrik yang dihasilkan dari pembangkit akan disalurkan melalui jaringan transmisi Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) berkapasitas 150 – 500 KV. Selanjutnya tegangan tenaga listrik akan diturunkan menggunakan transformator *step down* menjadi kapasitas tegangan 20 KV, tenaga listrik berkapasitas 20 KV disalurkan melalui jaringan distribusi tegangan menengah. Tenaga listrik selanjutnya akan diturunkan kembali tegangannya menjadi 380/220 KV dan disalurkan langsung ke konsumen. Penjelasan ini dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik [11]

Berikut adalah perbedaan antara jaringan distribusi dengan jaringan transmisi:

Tabel 2.1 Perbedaan antara jaringan distribusi dengan jaringan transmisi [12].

Kriteria	Jaringan Distribusi	Jaringan Transmisi
Letak lokasi jaringan	Dalam kota	Luar kota

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pegangan system	<30 KV	>30 KV
Bentuk jaringan	<i>Radial, Loop, Paralel Interkoneksi</i>	<i>Radial dan Loop</i>
Sistem jaringan	Saluran udara dan saluran bawah laut	Saluran udara dan bawah laut
Konstruksi jaringan	Lebih rumit dan beragam	Lebih sederhana
Komponen rangkaian yang diperlukan	Komponen R dan L	Komponen R, L dan C
Penyangga jaringan	Tiang jaringan	Menara jaringan
Tinggi jaringan	Kurang dari 20 m	30 – 200 m
Kawat pengantar	BCC, ASC, ACC, dan AAAC	ACSR dan ACAR
Kawat tarikan	Dengan kawat tarikan	Tanpa kawat tarikan
Isolator jaringan	Jenis pasak (pin) Jenis pos (batang) Jenis gantung Jenis cincin	Jenis gantung

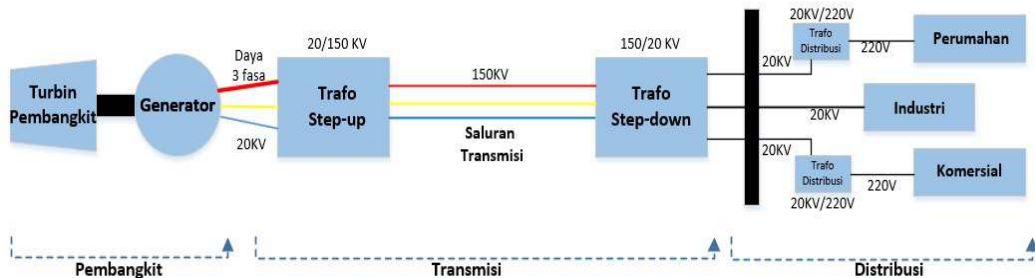
2.3 Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan semua bagian dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan sumber daya dengan konsumen. Sistem distribusi merupakan bagian dari jaringan sistem tenaga listrik yang menyalurkan tenaga listrik dari sumber pembangkit yang umumnya terletak jauh dari beban yang terhubung langsung ke konsumen..

Dari pembangkit, listrik disalurkan melalui jaringan transmisi menuju gardu induk untuk dinaikkan tegangannya dengan tujuan untuk memperbesar daya hantar dan memperkecil susut tegangan di jaringan. Lalu tegangan akan diturunkan kembali

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

menjadi 20 KV untuk disalurkan melalui jaringan distribusi langsung ke titik beban. Jaringan distribusi dapat dilakukan dalam dua skema, yaitu saluran udara dan saluran kabel bawah tanah. Skema pendistribusian energi listrik dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema sistem distribusi tenaga listrik

Berdasarkan definisi diatas dapat kita simpulkan sistem distribusi meliputi komponen-komponen berikut :

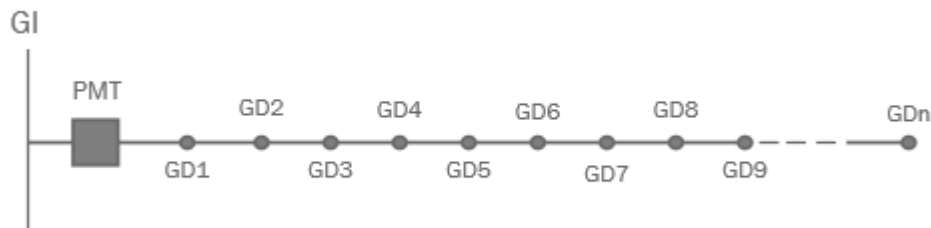
1. Sistem subtransmisi
2. Gardu induk distribusi
3. Penyulang distribusi atau penyulang primer
4. Transformator distribusi
5. Untai sekunder
6. Pelayanan pelanggan (*service drops*)

2.3.1 Konfigurasi Jaringan Distribusi

Konfigurasi yang umumnya sering digunakan pada jaringan distribusi, yaitu jaringan radial, jaringan lingkaran (*loop*), dan jaringan spindel [13].

1. Jaringan Distribusi Radial

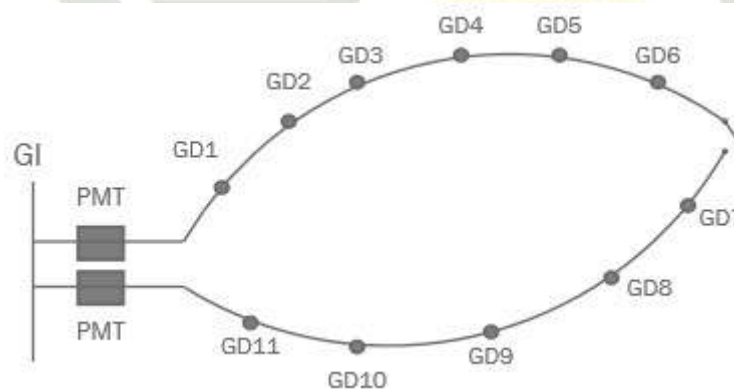
Konfigurasi jaringan distribusi tipe radial hanya terhubung dari satu sumber dan hanya terdapat satu saluran penghubung antar sumber dan beban. Tipe ini dinamakan radial karena saluran ditarik secara radial dari titik sumber dan diberi percabangan ke titik beban yang dilayani. Yang menjadi kelemahan dari sistem ini yaitu, hanya memiliki satu sumber tenaga listrik, sehingga ketika terjadi gangguan maka akan terjadi pemadaman secara keseluruhan. Bentuk sistem radial dapat dilihat pada gambar 2.3 Berikut [13].



Gambar 2.3 Sistem jaringan distribusi radial .

Jaringan Distribusi *Ring/Loop*

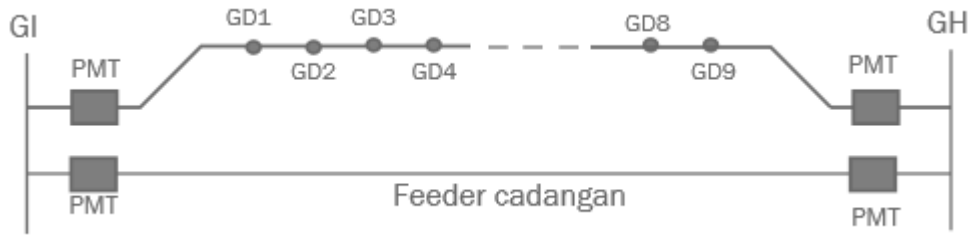
Konfigurasi jaringan distribusi tipe *Ring/Loop* yaitu saluran yang saling terhubung membentuk cincin. Pada tipe ini terdapat dua atau lebih saluran penyulang dari sumber energi listrik. Tipe ini lebih baik dibandingkan tipe radial, dikarenakan memiliki dua saluran utama dari sumber pembangkit, sehingga apabila terjadi gangguan dari satu saluran, maka beban masih dapat dilayani dari saluran lainnya. Sehingga tipe konfigurasi ini memiliki tingkat keandalan yang tinggi maka Sistem ini tepat digunakan pada daerah dengan kepadatan yang tinggi. Sistem jaringan tipe ini dapat dilihat pada gambar 2.4 Dibawah ini [13].



Gambar 2.4 Konfigurasi jaringan distribusi *ring/loop*

3. Jaringan Distribusi Spindel

Pada tipe jaringan spindel ini memiliki konsep adanya satu penyulang cadangan. Dengan kata lain pada tipe ini terdapat dua penyulang yaitu penyulang operasi dan penyulang cadangan. Penyulang cadangan tidak diberi beban dan digunakan apabila penyulang operasi mengalami gangguan. Dan setiap ujung penyulang akan saling terhubung pada gardu hubung. Tipe jaringan ini biasa digunakan pada saluran kabel bawah tanah. Skema tipe spindel dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini [13].



Gambar 2.5 Konfigurasi jaringan distribusi spindel

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2.3.2 Tegangan Jaringan Distribusi

Level tegangan listrik untuk jaringan distribusi dibagi beberapa jenis, antara lain :

1. Tegangan Menengah (TM)

Tegangan menengah merupakan tegangan listrik dengan level 1 KV – 30 KV. Dan umumnya terkhusus di Indonesia level tegangan yang digunakan sebesar 20 KV. Tegangan menengah digunakan pada saluran penghubung Gardu Induk menuju Gardu. Untuk negara Indonesia menggunakan tegangan menengah sebesar 20 KV. Tegangan menengah dipakai untuk penyaluran energi listrik dari GI menuju gardu distribusi atau langsung terhubung langsung ke pelanggan [4].

2. Tegangan Rendah (TR)

Level tegangan rendah biasanya bernilai dibawah 1 KV dan digunakan untuk penyaluran energi listrik dari gardu distribusi menuju konsumen. Penyaluran menggunakan sistem tiga fasa dengan empat kawat, tiga fasa dan satu netral. Di Indonesia menggunakan tegangan rendah 380/220 V. 380 V merupakan tegangan untuk 3 fasa dan 220 V untuk tegangan satu fasa [4].

2.3.3 Gangguan Sistem Distribusi

Saat terjadi gangguan pada sistem distribusi akan menyebabkan rele pengaman pada pemutus akan bekerja dan akan memutuskan suplai tenaga listrik. Hal ini bertujuan untuk mengamankan peralatan yang terpasang dari gangguan dan kerusakan. Biasanya gangguan terjadi pada saluran kabel udara tegangan menengah yg umumnya pada saluran ini menggunakan kabel tanpa isolasi.

Sumber gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi, berasal dari internal dan eksternal.

Gangguan internal antara lain :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Tegangan lebih atau arus lebih...
2. Pemasangan yang kurang tepat
3. Usia peralatan atau komponen
4. Gangguan eksternal antara lain :
 1. Dahan/ranting pohon yang mengenai SUTM
 2. Sambaran petir
 3. Hujan atau cuaca
 4. Kerusakan pada peralatan
 5. gangguan disebabkan oleh binatang

Berdasarkan sifatnya, gangguan pada sistem distribusi dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Gangguan Temporer

Gangguan temporer yaitu gangguan pada jaringan distribusi yang bersifat sementara, yang gangguan tersebut dapat dihilangkan dengan cara memutuskan bagian penyulang yang terganggu dan menyambungkan kembali penyulang secara otomatis ataupun dilakukan secara manual oleh operator. Gangguan ini dapat menjadi gangguan tetap apabila gangguan terjadi berulang-ulang dan tidak dapat dihilangkan atau disaat bekerjanya alat pengaman (recloser) [4].

2. Gangguan Permanen

Gangguan permanen bersifat tetap yang memerlukan tindakan perbaikan untuk menghilangkan penyebab dari gangguan itu. Gangguan ini ditandai dengan terjadinya kembali terputusnya daya setelah operator memasukan sistem kembali. Untuk mengatasi gangguan, peralatan harus dilengkapi sistem pengaman atau relay, dengan tujuan agar gangguan dan lokasi gangguan dapat dideteksi [4].

2.4 Keandalan Sistem

Keandalan adalah keadaan dari sebuah sistem untuk dapat bekerja secara optimal dalam waktu yang telah ditentukan dalam berbagai kondisi. Keandalan dari sebuah sistem distribusi dilihat dari seberapa kemampuan dari sistem dalam penyaluran tenaga listrik secara terus menerus ke pelanggan tanpa terjadinya pemadaman [14]. Sistem yang andal adalah sistem yang bekerja sesuai dengan rancangan dan kondisi yang sudah ditetapkan dan dapat beroperasi dalam kurun waktu secara kontinyu. Keandalan sistem berbanding terbalik dengan kondisi keadaan gangguan, yang mana semakin tinggi frekuensi gangguan maka keandalan sistem akan semakin menurun[15]. Keandalan



1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sistem distribusi juga dipengaruhi oleh keandalan dari komponen yang terpasang pada sistem yang mana semakin tinggi tingkat keandalan komponen maka akan meningkatkan keandalan dari sistem. Oleh karena itu perlu melakukan *maintenance* rutin agar komponen dapat bekerja secara maksimal.

Dari sudut pandang keteknikan, keterandalan adalah kumpulan benda yang memuaskan kerja pada keadaan tertentu dalam periode waktu tertentu, periode waktu bagian penting dari spesifikasi keterandalan. Periode waktu merupakan masa pakai dari benda tersebut. Keterandalan dapat ditentukan dengan rumus yang memberikan waktu rata-rata di antara kerusakan (MTBF) dari peralatan atau kerusakan per periode waktu peralatan. Rumus ini memberikan tingkat keterandalan dan dinyatakan dengan [16] :

$$MTBF = 1/\lambda = \frac{2T}{\chi^2 (DF, CONF)} \quad (2.1)$$

Dimana λ adalah banyaknya kerusakan per periode waktu, T waktu penggunaan, χ^2 chi kuadrat adalah angka dari tabel statistic, DF adalah derajat kebebasan dinyatakan dalam angka dan CONF adalah tingkat keyakinan (biasanya 90%)[16].

Keterpeliharaan adalah ukuran dari waktu rata – rata perbaikan (MTTR) dan dinyatakan dengan rumus:

$$\frac{5(1 R_p)}{F 1} \quad (2.2)$$

Dimana R_p adalah waktu perbaikan.

Keterandalan adalah ukuran perbandingan disain untuk peralatan dan penawaran dinyatakan dengan :

$$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.3)$$

Diharapkan untuk menentukan MTBF dan gambaran keteradaan sehubungan dengan banyaknya kerusakan dalam melaksanakan proses pembelian peralatan. Pembelian hendaklah berdasarkan pada biaya daur hidup yang paling rendah [16].

2.4.1 Macam-macam Keandalan Sistem

Sistem keandalan tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu sistem berkeandalan tinggi, sistem berkeandalan menengah, dan sistem berkeandalan rendah.



1. Hal ini dikarenakan keandalan dari suatu sistem dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti konfigurasi, proteksi, dan jenis komponen yang terpasang.

Sistem Berkeandalan Tinggi

Sistem dengan kategori berkeandalan tinggi yaitu sistem dalam keadaan normal, yang mana sistem dapat menyuplai daya listrik ke beban dengan kualitas baik, dan sistem juga dapat melayani beban secara baik walaupun dalam kondisi beban puncak. Dalam keadaan gangguan sistem berkeandalan tinggi akan mampu beroperasi dari sebagian besar sistem.

2. Sistem Berkeandalan Menengah

Sistem dengan kondisi berkeandalan menengah dalam kondisi normal akan cukup dalam mensuplai daya listrik dan dalam keadaan beban puncak akan mensuplai daya dengan variasi tegangan yang baik. Dan dalam keadaan darurat sistem masih mampu melayani sebagian kecil beban.

3. Sistem Berkeandalan Rendah

Keadaan sistem dengan tingkat keandalan rendah pada kondisi normal ataupun beban puncak masih dapat melayani beban dengan baik walaupun dengan tegangan yang bervariasi. Dan apabila terjadi gangguan pada jaringan maka sistem tidak bisa melayani beban sama sekali.

2.4.2 Parameter Keandalan Sistem

Parameter-parameter keandalan untuk mengevaluasi keandalan sistem yaitu :

1. *Reliability* atau keandalan (R)
Peluang dari sistem atau komponen untuk dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan dalam waktu yang ditentukan.
2. *Failure rates* / laju kegagalan (λ)
Merupakan total gangguan atau kegagalan kerja dari sistem atau komponen dalam satuan waktu.
3. *Repair times* / waktu perbaikan sistem (r)
Merupakan waktu yang dibutuhkan sistem untuk beroperasi kembali secara normal setelah mengalami gangguan.
4. *Annual downtime* (U)
Merupakan rata rata waktu dari sistem tidak dapat berfungsi secara normal dalam waktu setahun.



MTTF (*Mean Time To Failure*)

nilai rata-rata waktu kegagalan sistem.

MTTR (*Mean Time To Repair*)

rata-rata waktu dalam perbaikan suatu komponen dari suatu sistem.

MTBF (*Mean Time Between Failure*)

rata-rata waktu diantara dua kejadian kegagalan untuk suatu komponen atau sistem.

Availability / ketersediaan

kemampuan sistem untuk beroperasi pada rentang waktu yang ditentukan.

Parameter Indeks Keandalan Berorientasi Pelanggan

Indeks terorientasi pelanggan, yaitu mengevaluasi keandalan yang dipandang dari sisi konsumen. Seperti seberapa sering dan berapa lama mengalami pemadaman.

1. SAIFI

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) adalah indeks frekuensi atau seberapa sering terjadi gangguan pada sistem rata – rata per satu tahun [17].

Dengan persamaan sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{N_T} \quad (2.4)$$

λ = laju kegagalan titik beban i

N_i = beban yang terganggu

N_t = beban total

2. SAIDI

SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) adalah berapa lama durasi terjadi gangguan pada sistem rata – rata setiap tahun (jam/tahun)[17].

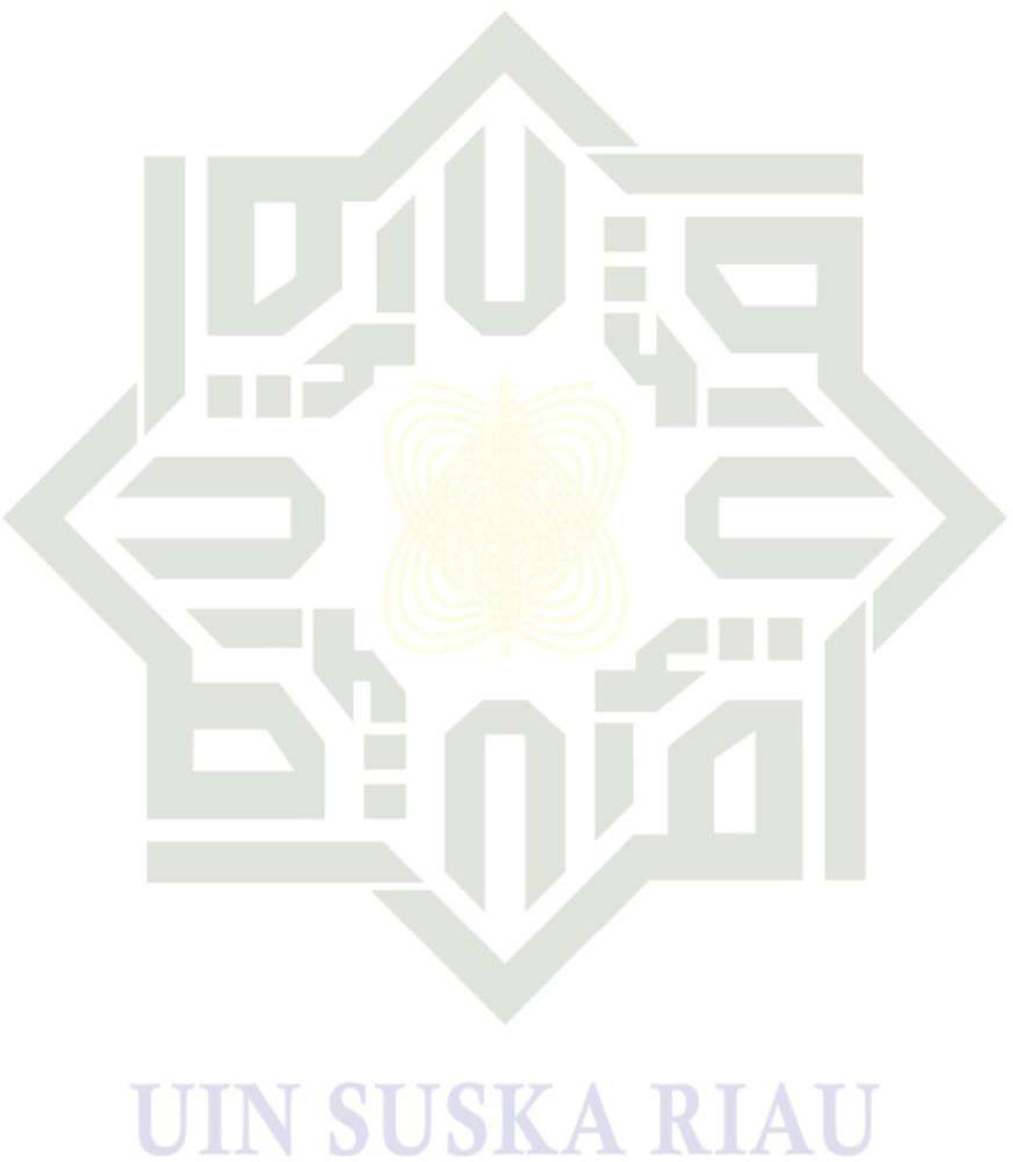
Dengan persamaan sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{N_T}$$

U_i = jumlah lama padam pada titik beban i

N_i = beban pada titik beban i

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



5)
© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



©CAIDI

CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) adalah indeks durasi gangguan konsumen rata – rata dalam satu tahun (jam/tahun)[17]. dengan persamaannya dapat ditulis, sebagai berikut :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (2.6)$$

ASAI

ASAI (*Average Service Availability Index*) adalah jumlah pelayanan yang tersedia selama periode waktu tertentu yang dapat diberikan ke sistem [17] .

$$ASAI = 1 - \frac{SAIDI}{8760} \quad (2.7)$$

Dengan 8760 adalah total waktu (jam) dalam satu tahun kalender, NT adalah jumlah beban yang terlayani, dan Ri adalah lama gangguan.

5. ASUI (*Average Service Unavailability Index*)

Indeks ini menggambarkan tidak tersedunya suplai daya ke pelanggan [17].

$$ASUI = 1 - ASAI \quad (2.8)$$

2.4.4 Parameter Indeks Keandalan Berorientasi Beban dan Energi

Indeks ini menggambarkan evaluasi dari beban yang tidak tersuplai energi listrik atau jumlah daya yang tidak tersalurkan.

1. *Energy Not Supplied* (ENS)

ENS yaitu jumlah energi yang tidak tersalurkan dalam satu tahun denga.

Persamaan matematis sebagai berikut :

$$ENS = La_i U_i \quad (2.9)$$

La(i) = rata-rata beban yang terhubung ke titik beban i

U(i) = waktu sistem tidak berfungsi per tahun

2. *Average Energy Not Supplied* (AENS)

AENS yaitu rata rata energi listrik yang tidak tersalurkan dalam satu tahun.

$$AENS = \frac{La_i U_i}{\sum N_T} \quad (2.10)$$

© Average Customer Curtailment Index (ACCI)

ACCI yaitu rata-rata konsumen yang mengalami pemutusan penyaluran energi listrik dalam satu tahun.

$$ACCI = \frac{ENS}{N_a} \quad (2.11)$$

4.5 Parameter Keandalan Sistem Berdasarkan Keandalan Komponen

Laju Kegagalan / *Failure Rates* (λ)

Laju Kegagalan (λ) merupakan jumlah dari gangguan dalam satuan waktu tertentu [18]. Sedangkan MTBF (*Mean Time Between Failure*) adalah waktu rata-rata diantara dua kegagalan. Dalam berbagai analisis, laju kegagalan umumnya dinyatakan tetap atau tidak berubah terhadap waktu. Jika laju kegagalan dianggap tetap, maka :

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad (2.12)$$

2. MTTF (*Mean Time To Failure*)

MTTF (*Mean Time To Failure*) merupakan rata – rata dari waktu kegagalan dari sistem selama beroperasinya. Dengan persamaan sebagai berikut, dengan t (waktu operasi) dan n (jumlah kegagalan) :

$$MTTF = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} \quad (2.13)$$

3. MTTR (*Mean Time To Repair*)

MTTR adalah waktu rata – rata perbaikan selama beroperasinya sistem. Dengan persamaan matematis ditulis dengan r (waktu perbaikan) dan n (jumlah perbaikan) :

$$MTTR = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_n}{n} \quad (2.14)$$

4. MTBF (*Mean Time Between Failure*)

MTBF adalah waktu rata-rata terjadinya dua kegagalan selama beroperasinya suatu sistem. Dengan kata lain MTBF merupakan penjumlahan antara MTTF dan MTTR, seperti persamaan sebagai berikut ini :

$$MTBF = MTTR + MTTF \quad (2.15)$$

Indeks Keandalan Peralatan dan Sistem Distribusi Berdasarkan SPLN

59 : 1985 dan SPLN 68-2 : 1986

SPLN merupakan standar sistem kelistrikan yang ditetapkan oleh PT. PLN. Dengan tujuan sebagai standar dalam menetapkan dan menentukan parameter – parameter dalam suatu sistem. Menurut SPLN No.59 : 1985 sistem distribusi dikatakan handal apabila nilai indeks keandalan SAIFI 3.2 kali/tahun, SAIDI 21 jam/tahun. merupakan standar dalam menentukan keandalan sistem distribusi, indeks keandalan saluran udara seperti pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 2 Data indeks keandalan saluran udara [19]

No	Saluran Udara	
1	<i>Sustained failure rate</i> (α /km/yr)	0.2
2	<i>Momentary failure rate</i> (α /km/yr)	0.003
3	r (repaire time) (jam)	3
4	rs (switch time) (jam)	0.15

Tabel 2. 3 Indeks kegagalan peralatan [19]

Komponen	α (<i>failure rate</i>)	r (<i>repair time</i>) (jam)	rs (<i>switching time</i>) (jam)
Trafo Distribusi	0.005/unit/tahun	10	0.15
<i>Sectionalizer</i>	0.003/unit/tahun	10	01.5

Dan menurut SPLN 68-2 : 1986 sistem distribusi dikatakan handal apabila nilai indeks keandalan SAIFI 3.2 kali/tahun, SAIDI 21 jam/tahun dan CAIDI 6.56 jam/tahun[20].

2.5 Metode Menghitung Indeks Keandalan Sistem

Dalam menghitung nilai indeks keandalan pada sistem dapat dilakukan dengan metode *Section Technique* dan metode gabungan antara *Section Technique* dan RIA

1. Metode *Section Technique*

Section Technique merupakan metode untuk menganalisis keandalan sistem distribusi berdasarkan bagaimana kegagalan dari peralatan dapat mempengaruhi pengoperasian dari sistem. Efek dari gangguan pada peralatan itu diidentifikasi dengan melihat apa yang terjadi jika gangguan itu terjadi. Dan kemudian kegagalan diidentifikasi



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dari setiap titik beban. Dengan metode *Section Technique* dinilai lebih mudah untuk menghitung indeks keandalan sistem, karena pada metode ini untuk menganalisis, struktur jaringan akan dibagi menjadi beberapa bagian atau *section*, dan pada setiap *section* akan dilakukan perhitungan, dan hasil perhitungan dari setiap *section* akan dijumlahkan [9].
- Metode *Section Technique* dalam menganalisis keandalan memperhatikan laju kegagalan permanen (*Sustained failure rate*), yaitu gangguan yang bersifat tetap dan perlu perbaikan langsung untuk menghilangkan penyebab gangguan. Gangguan ini umumnya disebabkan oleh hubung singkat pada kawat, belitan trafo, generator, isolasi tembus, dll [18].
- Indeks keandalan yang dihitung yaitu indeks pada titik beban, baik secara *Section* ataupun keseluruhan[21]. antara lain :
- a. Frekuensi gangguan (*failure rate*) untuk setiap load point λ_{LP} , yaitu total penjumlahan laju kegagalan peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban, dimana frekuensi gangguan yang digunakan yaitu *sustained failure rate* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_{LP} = \sum_{i=K} \lambda_i \quad (2.16)$$

Dimana :

λ_i = *sustained failure rate* untuk peralatan K

K = semua peralatan yang berefek terhadap *load point*
 - b. Durasi gangguan rata-rata dalam setahun

U_{LP} , dengan persamaan:

$$U_{LP} = \sum_{i=K} U_i = \sum_{i=K} \lambda_i x r_j \quad (2.17)$$

Dimana:

r_j = waktu perbaikan (*repairing time*)

Menghitung indeks keandalan sistem dengan menggunakan metode *Section Technique*, dibutuhkan data sebagai berikut:

 - a. *Singel Line* diagram serta titik beban
 - b. Jumlah pelanggan setiap titik beban



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Parameter data keandalan sistem
- d. *Sustained failure rate* komponen
- e. Panjang saluran penyulang.
- f. Posisi *Sectionalizer* pada topologi sistem

Dengan tahap – tahap sebagai berikut:

Membagi penyulang dalam *Section*

Pada tahap ini penyulang dibagi wilayahnya berdasarkan posisi saklar pemutus atau *recloser*.

Menghitung frekuensi kegagalan dan durasi gangguan tiap titik beban pada setiap tiap *Section*

Laju kegagalan dan durasi gangguan pada setiap titik beban, merupakan hasil penjumlahan laju kegagalan dan durasi gangguan peralatan yang berefek pada setiap titik beban. Sebagai contoh pada saluran udara laju kegagalan dikalikan dengan panjang saluran. Durasi gangguan pada titik beban didapat dari perkalian laju kegagalan peralatan dengan waktu perbaikan (*repair time*) atau waktu pemindahan (*Switching time*) peralatan. *repair time* peralatan yaitu peralatan yang mengalami perbaikan yang berada pada *section* yang bermasalah sehingga mengalami pemadaman dan perbaikan. Sedangkan *switching time* pada sistem yaitu peralatan yang berada diluar *Section* yang mengalami gangguan yang diakibatkan oleh pemindahan sumber [22].

Menghitung indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI masing-masing titik beban

Menghitung indeks keandalan masing-masing *Section* penyulang Indeks keandalan *Section* merupakan penjumlahan indeks keandalan dari semua titik beban.

Menghitung indeks keandalan penyulang

Indeks keandalan penyulang yaitu total penjumlahan indeks keandalan dari masing-masing *Section*.

© Metode RIA-Section Technique

Metode RIA-Section Technique merupakan penggabungan antara metode Section Technique dan metode RIA. Metode RIA (*Reliability Index Assesment*) merupakan suatu metode menghitung indeks keandalan sistem yang bertujuan untuk memprediksi gangguan yang bersifat sementara pada sistem distribusi berdasarkan topologi sistem dan data-data keandalan komponen[23].

Metode RIA Berbeda dengan metode Section Technique, metode RIA memperhatikan laju kegagalan dari gangguan sementara (*momentary failure rate*). Gangguan sementara merupakan gangguan sesaat dan dapat hilang sendiri dengan cara memutus bagian yang terganggu dan menyambungkan kembali sistem secara *autorecloser* ataupun secara manual oleh operator. Gangguan sementara biasanya disebabkan oleh *flashover* sambaran petir, *flashover* dengan pohon dan tertiuip angin.

Dengan metode gabungan akan menghasilkan indeks keandalan yang lebih mendekati data lapangan, karena selain memperhatikan laju kegagalan permanen dari metode Section Technique metode gabungan juga memperhatikan laju kegagalan sementara dari metode [9]. Untuk menghitung indeks keandalan dengan metode gabungan Section Technique – RIA, dibutuhkan data sebagai berikut:

- a. Single line diagram secara menyeluruh beserta titik-titik beban (*load point*)
- b. Data jumlah pelanggan pada setiap titik beban
- c. Parameter data keandalan sistem
 - *Sustained failure rate* dan *momentary failure rate* komponen
 - Panjang saluran penyulang.
 - Posisi *Sectionalizer* pada topologi sistem

Langkah perhitungan indeks keandalan metode gabungan Section Technique – RIA Sama dengan metode Section Technique [18]. Yang menjadi perbedaannya dan penambahannya pada metode gabungan RIA-Section Technique yaitu memakai parameter *sustained failure rate* dan *momentary failure rate* dalam menghitung laju kegagalannya.

Sejumlah parameter yang sering diukur guna mendeteksi keandalan sebuah sistem diantaranya *failure rate* (λ) serta *unavailability* (U). Parameter yang diukur bagi sistem distribusi merupakan parameter λ dan U dalam setiap titik beban (*load point*)

alam jaringan sistem distribusi itu. Dibawah ini adalah perhitungan parameter bagi masing-masing titik beban:

Failure Rate titik beban (λ_{LP}) merupakan hasil penjumlahan tiap peralatan tenaga listrik seperti transformator, CB, maupun *sectionalizer* yang mempengaruhi titik beban yang sedang dihitung, berikut ini adalah persamaannya [19] :

$$\lambda_{sys} = \sum_i \lambda_i \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

λ_i = Laju Kegagalan

Unavailability titik beban (ULP) merupakan total hasil perkalian antara *failure rate* (λ) dengan *repair time* (r) masing-masing peralatan yang mempengaruhi titik beban yang dihitung, berikut ini adalah persamaannya [19] :

$$U_{sys} = \sum_i \lambda_i \times r_i \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

λ_i = *failure rate* untuk peralatan *i*

r_i = *repair time* untuk peralatan

Perhitungan indeks keandalan berdasarkan jumlah saluran frekuensi gangguan dijumlahkan dengan jumlah pelanggan setiap *section* [19] :

$$\sum \lambda_i \times N_i \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

λ_i = Laju kegagalan pada komponen

Perhitungan indeks keandalan sesuai dengan total semua lama gangguan dijumlahkan dengan jumlah pelanggan setiap *section* [19] :

$$\sum U_i \times N_i \dots\dots\dots (2.21)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Dimana :

U_i = Durasi kegagalan pada
komponen i N_i = Jumlah
pelanggan

12.6 ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*)

ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) adalah program yang digunakan untuk analisis dan pengujian sistem tenaga listrik. sistem tenaga listrik yang diuji yaitu sistem pembangkit, transmisi, dan sistem distribusi. Dalam ETAP dapat dilakukan pemodelan single line diagram dengan berbagai macam analisis, seperti aliran daya, keandalan jaringan, hubung singkat, dll.

Software ETAP dirancang berdasarkan tiga ide utama, sebagai berikut:

A. *Virtual realy operation*

Komponen-komponen tenaga listrik yang digunakan dalam pemodelan di aplikasi ETAP memiliki karakteristik yang sama dengan kondisi dilapangan. Baik cara penyetingan hingga pengoperasian.

B. *Total integration data*

Komponen tenaga listrik pada pemodelan ETAP terdiri dari informasi sistem kelistrikan, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari komponen tersebut. Contohnya, komponen transformator, tidak hanya berisikan data kelistrikan dan fisik, namun juga terdapat informasi tentang frekuensi, Rms, Vrms, dll.

C. *Simplicity in Data Entry* (Kesederhanaan dalam memasukan data)

ETAP memiliki detail data dari setiap komponen yang digunakan, dan data tersebut sesuai dengan data – data yang ada di lapangan.

2.6.1 *Realibility Assessment Program ETAP 12.6.*

Untuk perhitungan nilai keaandalan dengan program ETAP data-data yang digunakan adalah panjang saluran, perkiraan angka keluaran pada komponen, jumlah pelanggan setiap titik beban, dan waktu perbaikan komponen. Untuk data perkiraan angka keluaran dan waktu perbaikan komponen data yang digunakan mengacu pada SPLN 59 : 1985. Setelah melakukan pemodelan single line diagram pada ETAP dan menginputkan data yang diperlukan untuk mencari indeks keandalan, maka langkah

kelanjutnya adalah menjalankan program ini dengan *run*.

Dalam pemodelan *single line diagram* diperhatikan parameter yang diisi meliputi:

- λ A = Laju kegagalan tiap komponen
- MTTR = Waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan
- Switching Time = Waktu pemindahan

Beberapa komponen yang di gunakan pada Aplikasi ETAP 12.6 adalah sebagai berikut.

a. *Power Grid* (sumber dari GI)

Power Grid merupakan sumber tegangan, Data *power grid* di ETAP bisa dilihat pada Gambar 2.6.

Gen. Cat.	%V	Vangle	MW	Mvar	%PF	Qmax	Qmin
1 Design	100	0					
2 Normal	100	0					
3 Shutdown	100	0					
4 Emergency	100	0					
5 Standby	100	0					
6 Startup	100	0					
7 Accident	100	0					
8 Summer Load	100	0					
9 Winter Load	100	0					
10 Gen Cat 10	100	0					

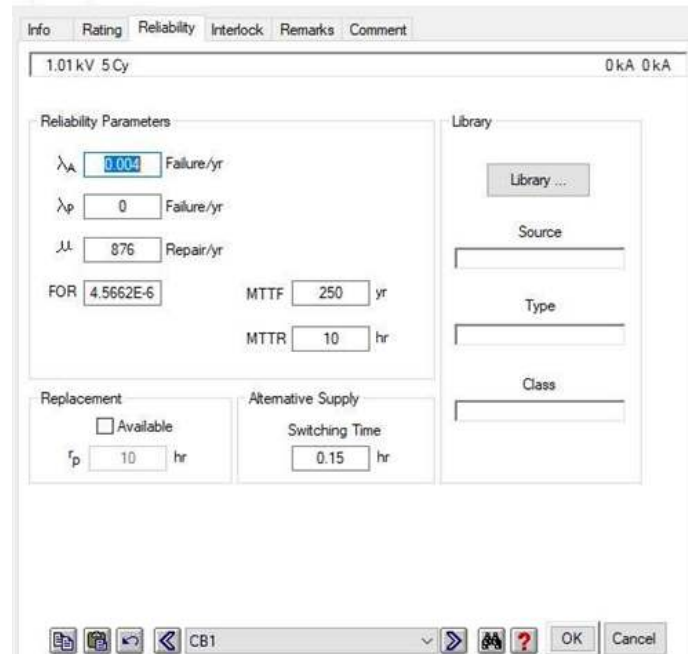
Gambar 2.6 : Parameter *Power Grid* [19]

b. *Circuit Breaker*

adalah suatu peralatan pemutus rangkaian listrik yang mampu membuka dan menutup rangkaian listrik pada semua kondisi, *Circuit Breaker* merupakan saklar otomatis yang untuk melindungi sistem dari gangguan, Parameter *circuit breaker* dalam ETAP dapat dilihat pada Gambar 2.7 dengan parameter acuan dari SPLN.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

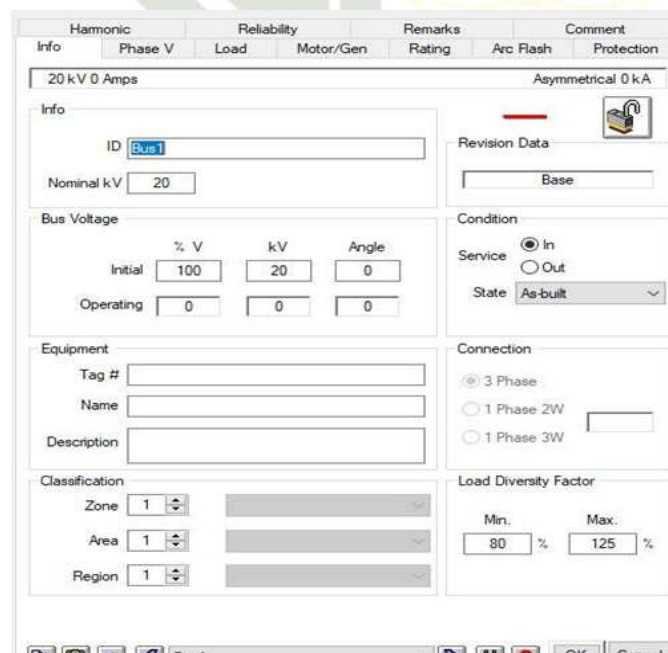
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.7 : Parameter CB [19]

c. Busbar

Busbar atau bus, merupakan tempat penyambungan komponen listrik pada sistem tenaga listrik, Parameter bus dalam ETAP dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 : Parameter busbar [19]

d. Cable (kabel)

Kabel merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal

dari satu tempat ke tempat lain, Parameter kabel dalam *software* ETAP 12.6 seperti Gambar 2.9 dengan nilai acuan dari SPLN.

Gambar 2.9 : Parameter Kabel [19]

e. *Transformer*

Transformer adalah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan sistem, trafo pada ETAP juga merupakan titik beban. Parameter *transformator* berdasarkan acuan dari SPLN dapat dilihat pada gambar 2.10

Gambar 2.10 : Parameter *Transformer* [19]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian kuantitatif merupakan jenis dari penelitian ini. Yaitu untuk mengetahui keandalan dari sistem jaringan distribusi 20 KV pada PT.PLN (Persero) ULP Simpang Tiga - Penyulang Cakalang. Dengan pengumpulan data penyulang Cakalang di PT. PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga dengan menggunakan metode gabungan *Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA) dan Simulasi menggunakan aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keandalan dari sebuah sistem jaringan distribusi tenaga listrik.

3.2 Lokasi Penelitian

Penyulang Cakalang PT. PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga merupakan lokasi dari penelitian ini dan pemilihan lokasi ini dipilih dengan alasan sebagai berikut:

1. PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga, merupakan rayon dengan jumlah permintaan suplai listrik terbesar di area PLN Pekanbaru.
2. Penyulang Cakalang PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga merupakan penyulang dengan gangguan paling banyak dalam setahun.

3.3 Data yang Dibutuhkan dan Sumber Data

Data yang dibutuhkan ini merupakan data pendukung untuk melakukan analisa perhitungan untuk menentukan tingkat keandalan dari sistem jaringan distribusi 20 KV yang meliputi data *single line*, lokasi transformator, beban, dan data gangguan pada penyulang cakalang PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga.

UIN SUSKA RIAU

Prosedur Penelitian

Diagram alur tahap penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :

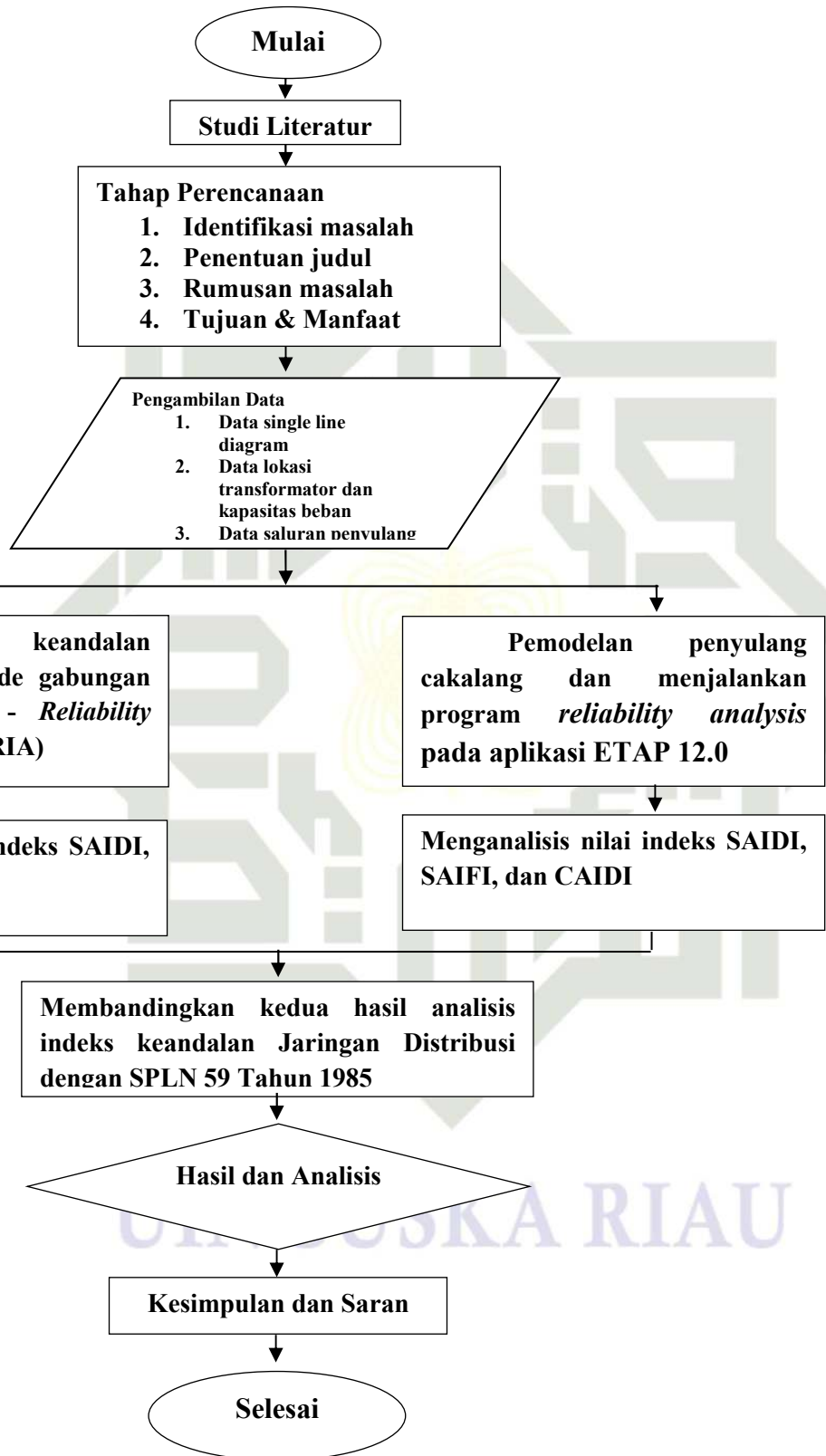
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar : 3.1 Flowchart Penelitian



Studi Literatur

Studi literatur memiliki peranan penting di dalam melakukan penelitian, yaitu sebagai landasan logika berfikir dalam menyelesaikan permasalahan secara ilmiah. Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini untuk mencapai tujuan dari penelitian.

Tahap Perencanaan

Sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada sistem distribusi PT.PLN (Persero) ULP Simpang Tiga yaitu dengan cara mewawancarai karyawan teknik PT.PLN (Persero) ULP Simpang Tiga. Selanjutnya Merumuskan permasalahan dan menentukan judul berdasarkan permasalahan yang ada serta memberi dan merencanakan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut agar tercapainya tujuan dari penelitian ini.

3.7 Pengambilan Data

Data yang dibutuhkan yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan sebuah data yang didapat dari sumber yang sudah ada. Data ini didapatkan dari data tahunan PT. PLN(Persero) ULP Simpang Tiga, yang berguna untuk melakukan analisis perhitungan dalam menentukan tingkat keandalan dari sistem jaringan distribusi 20 KV pada PT.PLN (Persero) ULP Simpang Tiga - Penyulang Cakalang yang terdiri dari :

1. Data single line diagram

Data single line diagram digunakan untuk membuat pemodelan pada aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*). Data single line diagram dapat dilihat pada lampiran B [7]

2. Data lokasi transformator dan kapasitas beban

Data lokasi transformator dan kapasitas beban digunakan untuk mengetahui panjang saluran antar beban dan kapasitas beban pada setiap transformator. Data lokasi transformator dan kapasitas beban dapat dilihat pada lampiran A [7]

3. Data saluran penyulang

Data saluran penyulang merupakan data mengenai panjang saluran distribusi untuk mengetahui nilai indeks keandalan pada suatu *feeder*. Data saluran penyulang dapat dilihat pada lampiran C [7]

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Data gangguan

Data gangguan berupa catatan tentang jumlah gangguan dan penyebab dari gangguan itu dalam satu tahun. Data gangguan dapat dilihat pada lampiran C[7]

Analisis keandalan menggunakan metode gabungan (*Section Technique - Reliability Indeks Assessment (RIA)*)

Setelah mendapatkan data-data pendukung, selanjutnya melakukan perhitungan secara manual menggunakan metode gabungan (*Section Technique - Reliability Indeks Assessment (RIA)*). Adapun tahap menentukan nilai dan menganalisa indeks keandalan menggunakan metode gabungan sebagai berikut:

1. Membagi area sistem penyulang

Sebagai langkah awal yaitu membagi sistem kedalam beberapa bagian atau *section* berdasarkan letak *recloser* sebagai batas pembagi.

2. Menentukan nilai λ_{LK} (laju kegagalan) dan U_{LK} (durasi gangguan)

Langkah awal dalam menentukan nilai laju kegagalan dan durasi gangguan yaitu terlebih dahulu mencari nilai λ_{LK} (laju kegagalan) dengan cara menambahkan nilai *sustained failure* dengan *momentary failure rate* yang besar nilainya mengacu dengan SPLN No. 59 Tahun 1985 *sustained failure* = 0,2 dan *momentary failure rate* = 0,003. Selanjutnya hasil dari penjumlahan tersebut dikalikan dengan panjang penyulang antar beban pada masing masing *section*.

3. Mengalikan nilai frekuensi gangguan dan lama gangguan dengan jumlah pelanggan.

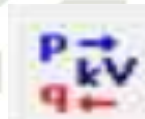
Perhitungan pada tahap ini sesuai dengan persamaan 2.16 dan 2.17. yaitu mengalikan nilai λ_{LK} (laju kegagalan) dengan jumlah pelanggan dan mengalikan nilai U_{LK} (durasi gangguan) dengan jumlah pelanggan. Perkalian ini dilakukan pada setiap bagian atau *section* penyulang.

4. Menghitung nilai keandalan

Untuk menentukan nilai indeks keandalan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI pada sistem menggunakan persamaan 2.4, 2.5, dan 2.6.

© Hak Cipta Teknik PLN Suska Riau 3.10 Pemodelan dan analisis keandalan Penyulang Cakalang pada aplikasi ETAP 12.6

Dalam menentukan indeks keandalan menggunakan simulasi ETAP, sebagai langkah awal yaitu membuat pemodelan *single line* jaringan distribusi penyulang pada aplikasi ETAP dengan acuan *single line* yang didapat dari PLN, dan menginputkan nilai kapasitans yang terpasang berdasarkan data dari PLN dan juga menginputkan nilai λ_A (laju kegagalan), MTTR (Lama waktu perbaikan), dan *Switching Time*, dari setiap komponen seperti Power Grid, CB (*Circuit Breaker*), Bus, Kabel, beban, *Transformator*, yang besarnya nilai ini berdasarkan standar SPLN No 95 Tahun 1985. Setelah selesai membuat pemodelan sistem jaringan distribusi selanjutnya *runing* program aliran daya untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam pemodelan *single line*. Dengan cara Pilih *Run Load Flow*.



Gambar 3.2 Simbol *Run Load Flow*

Setelah pemodelan *single line* diagram dipastikan baik dan benar, selanjutnya menjalankan program analisis keandalan dengan memilih *tols reliability assessment*.



Gambar 3.3 Simbol *reliability assessment*

3.10 Analisis Perbandingan dari kedua metode

Setelah mendapatkan indeks keandalan SAFI, SAIDI, dan CAIDI dari perhitungan manual menggunakan metode gabungan (*Section Technique - Reliability Indeks Assessment* (RIA) dan dari simulasi menggunakan aplikasi ETAP. Selanjutnya nilai yang didapat dari kedua metode dibandingkan dengan standar indeks keandalan SPLN No. 59 Tahun 1985.



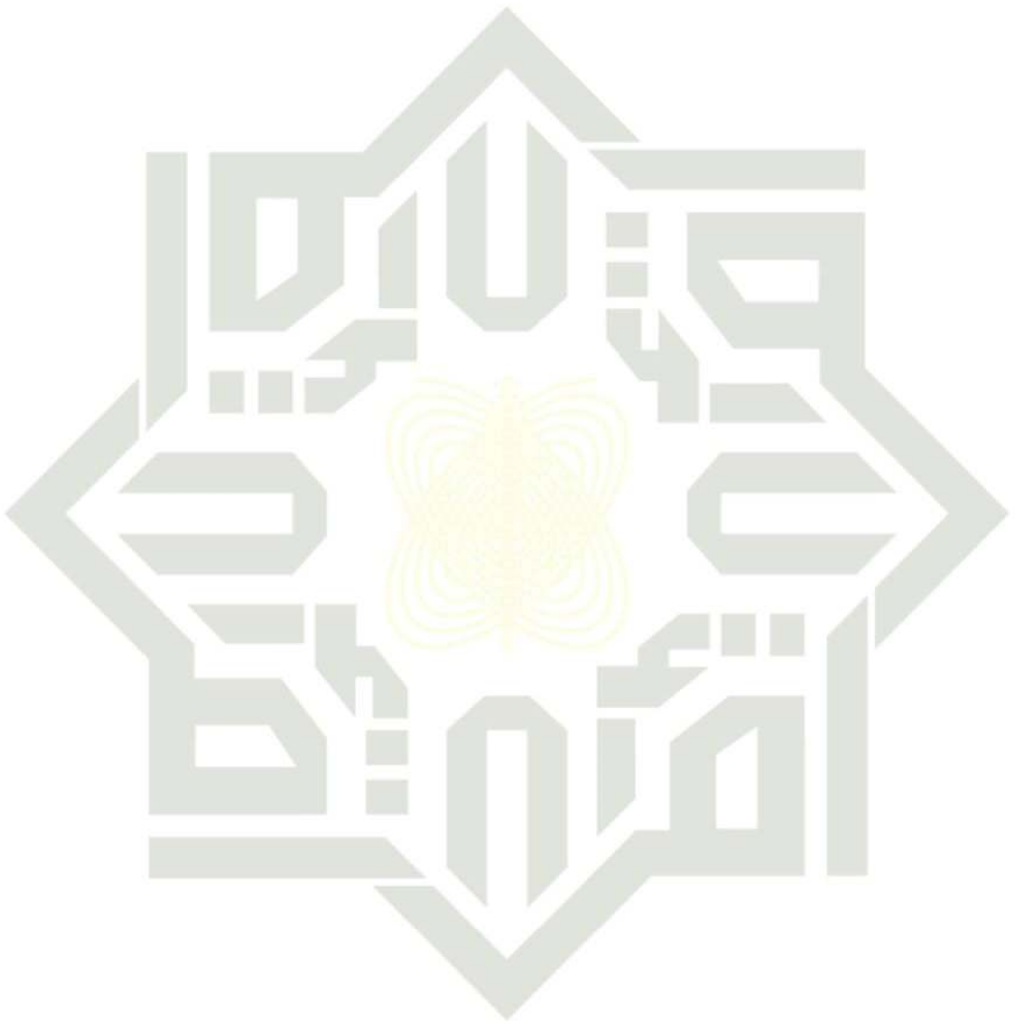
Kesimpulan dan saran

Pada kesimpulan memuat pembahasan dari hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini. Dan saran, merupakan masukan untuk penelitian selanjutnya yang bersifat adanya kemajuan dari penelitian sebelumnya.

11

Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB V PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kesimpulan

1. Hasil perhitungan keandalan sistem distribusi 20 kV di penyulang cakalang PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga menggunakan metode gabungan (*section technique* - RIA), didapatkan indeks keandalan SAIFI sebesar 4,32 kali/Pelanggan/Tahun, nilai SAIDI sebesar 12,70 Jam/Pelanggan/Tahun serta nilai CAIDI sebesar 2,93 Jam/Pelanggan.
2. Nilai keandalan sistem distribusi 20 kV di penyulang cakalang PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga berdasarkan hasil simulasi *reliability assessment* program ETAP, didapatkan indeks keandalan SAIFI sebesar 7,9 kali/Pelanggan/Tahun, nilai SAIDI sebesar 75,7 Jam/Pelanggan/Tahun.
3. Terjadi perbedaan nilai indeks keandalan penyulang cakalang yang cukup signifikan antara hasil perhitungan manual metode gabungan (*section technique* - RIA) dan hasil simulasi *reliability assessment* program ETAP. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dalam menentukan nilai laju kegagalan dan durasi gangguan dari kedua metode ini.
4. Sesuai dengan hasil analisis terhadap nilai indeks SAIFI dan SAIDI yang didapat dari perhitungan manual dan simulasi ETAP, selanjutnya dibandingkan dengan Standar SPLN 59 Tahun 1985, maka hasil penelitian menyatakan bahwa jaringan distribusi 20 KV pada Penyulang Cakalang berada dalam kondisi tidak handal.
5. Yang menjadi penyebab tingginya nilai indeks keandalan dari hasil simulasi ETAP dikarenakan panjangnya saluran yang hanya terdiri dari dua section dengan satu recloser, sehingga apabila terjadi gangguan maka jumlah wilayah yang terimbas akan besar.



Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Saran

Setelah penelitian ini dilakukan maka ada beberapa saran dari penulis agar untuk penelitian selanjutnya dapat lebih baik lagi, adapun saran dari penulis yaitu :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan metode yang lain.
2. Untuk melihat kerugian ekonomi, disarankan menambahkan analisis ekonomi pada penelitian selanjutnya.
3. Dengan tujuan meningkatkan indeks keandalan dari penyulang cakalang, penulis menyarankan untuk pihak PLN ULP Simpang Tiga, agar memperbanyak *section* pada penyulang cakalang sehingga memperkecil wilayah yang terimbas jika terjadi gangguan dengan cara penambahan pemasangan *recloser* di penyulang.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rencana Umum Energi Nasional 2017
- [2] WEB.PLN.CO.ID/Profil Perusahaan (diakses: 25 Maret 2021)
- [3] Ahmad, Sanaullah dkk. 2017. "Reliability Analysis of Distribution System using ETAP". *International Journal of Computer Science and Information Security Vol. 15 No.3*
- [4] Verbio, Hibatullah. 2018. "Analisis Keandalan Sistem Distribusi PT.PLN (Persero) Rayon Indarung Penyulang Unand Dengan Metode Section Technique dan Metode RLA – Section Technique". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro. Universitas Andalas
- [5] Athudari, Fikri. 2021. "Analisis Keandalan Jaringan Distribusi 20 Kv Serta Nilai Ekonomi Pada Penyulang Sorek Rayon Pangkalan Kerinci". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultas Syarif Kasim Riau.
- [6] Prem Prakash, dkk. 2014. "Distribution System Reliability Analysis Using ETAP". *International Journal of Advanced Research in Electrical and Electronics Engineering Vol. 2*
- [7] PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga. 2020
- [8] Voly, Hetri. 2020. "Analisis Nilai Keandalan dan Nilai Ekonomi Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Pada PT.PLN (Persero) Rayon Duri Menggunakan Metode FMEA". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultas Syarif Kasim Riau.
- [9] Hidayatullah, Rahmat dan Jufrizal, 2017. "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Section Technique dan RLA – Section Technique pada Penyulang Adi Sucipto Pekanbaru". SNTIKI 9 Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultas Syarif Kasim Riau, Issn 2579-7271



- [10] I.N. Pertawan, I.G. Dyana Arjana, dan A.I. Weking, 2014. “*Studi Perbandingan Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Section Technique dan RNEA Pada Penyulang Renon*”. Fakultas Teknik, Universitas Udayana.
- [11] Budiana Agus. “Sistem Tenaga Listrik (Transmisi dan Distribusi)”.
- [12] Suswanto, Daman, 2009. “Sistem Distribusi Tenaga Listrik”. Universitas Negeri Padang.
- [13] Syufrijal, Readysal monantum. 2014. Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta: Kemendikbud
- [14] A. Fatoni, R. S. Wibowo, and A. Soeprijanto, “*Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT . PLN Rayon Lumajang dengan Metode FMEA (55 Failure Modes and Effects Analysis)*,” J. Tek. Its, vol. 5, no. 2, pp. 462–467, 2016.
- [15] Martha Yudistya Perdana , Ir . Teguh Utomo , MT . , Dr . Ir . Harry Soekotjo D ., M . Sc . J. M. T. Haryono et al., “*Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Penyulang Jember Kota dan Kalisat di PT. PLN APJ Jember*”, J. Tek. Universitas Brawijaya, pp. 1–9, 2011.
- [16] Pabla, AS., dan Abdul Hadi. 1991. Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta: ERLANGGA.
- [17] A. T. Prabowo, “*Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11*” Transient, vol. 2, no. 4, pp. 1004–1012, 2013.
- [18] G. Putu, B. Arigandi, R. S. Hartati, and A. I. Weking, “*Penggabungan Metode Section Tecknique*,” ,Tek. Elektro, vol. 14, no. 2, 2015.
- [19] SPLN No.59 : 1985, “*Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV*”, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.
- [20] SPLN No.68-2 : 1986, “*Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian dua: Sistem Distribusi*”, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.
- [21] P. Pujon et al., “*Analisis Keandalan dan Nilai Ekonomis di Penyulang Pujon PT. PLN (Persero) Area Malang*,” J. Tek. Universitas Brawijaya, pp. 1–8, 2013.

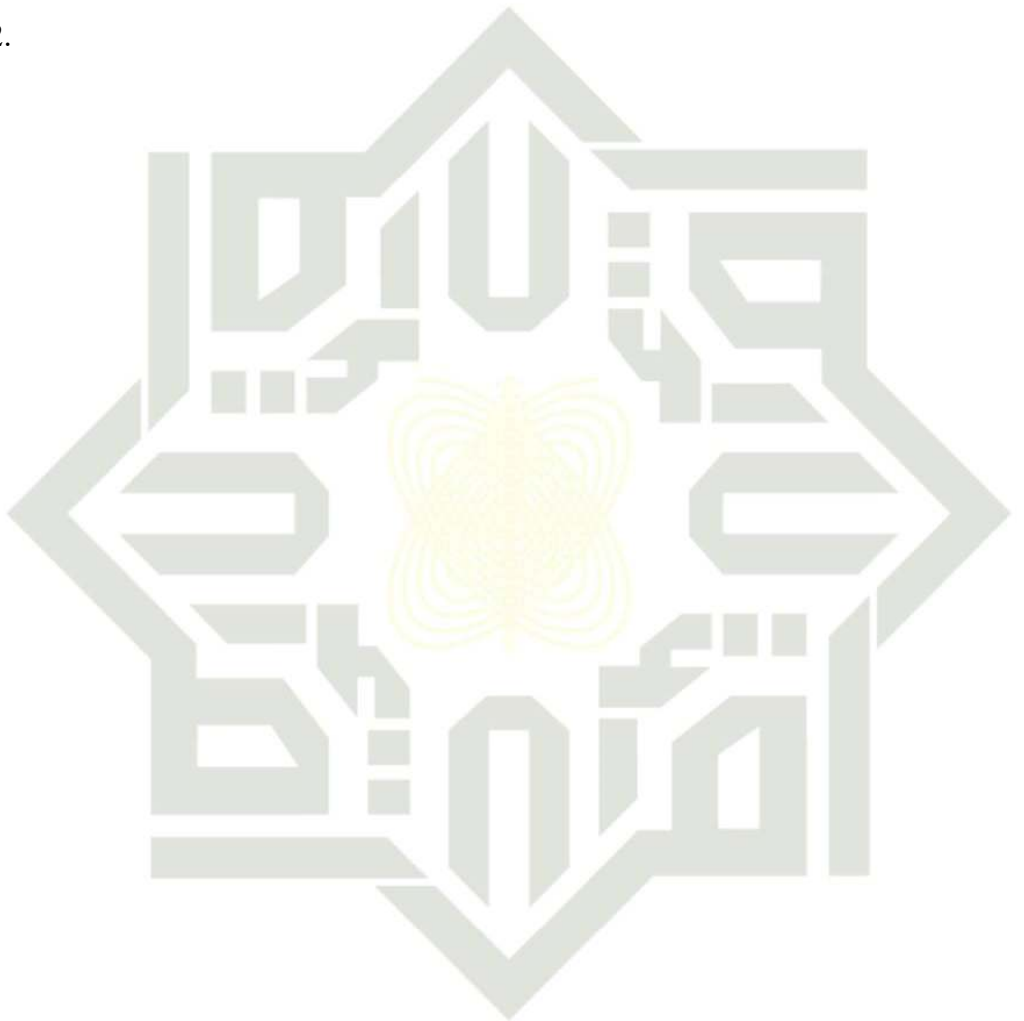
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- 22] Rusdiyanto Kesuma, Kelik, “*Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Gardu Induk 150KV Pedan, Klaten, Jawa Tengah*”, Tugas Akhir, Teknik Elektro UMY, 2017.
- 23] Herdianto Prabowo, I. G. N. S. Hernanda, and Ontoseno Penangsang, “*Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi Pabrik Semen Tuban Menggunakan Metode Reliability Index Assessment (RIA) dan Program Analisis Kelistrikan,*” J. Tek. ITS, vol. 1, no. 1, pp. 87–90, 2012.



UIN SUSKA RIAU